

720.105  
PRA  
E C

# **EFEKTIFITAS BENTUK FASADE GEDUNG HENRICUS CONSTANT TERHADAP PENGENDALIAN TEMPERATUR**

**TESIS**

**Disusun Dalam Rangka Memenuhi Persyaratan  
Program Magister Teknik Arsitektur**



**Disusun oleh :  
BUDI PRASTOWO  
NIM : L 4B 098 071**

**PROGRAM PASCASARJANA  
MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
S E M A R A N G  
2001**

**Tesis**

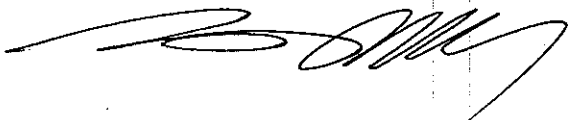
**EFEKTIFITAS BENTUK FASADE  
GEDUNG HENRICUS CONSTANT TERHADAP PENGENDALIAN  
TEMPERATUR**

**Disusun oleh :  
BUDI PRASTOWO  
NIM : L 4B 098 071**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada Tanggal : 27 Maret 2001**

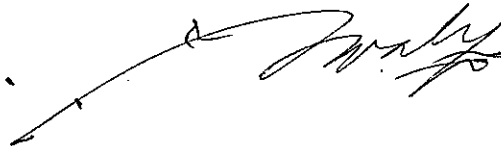
**Tesis ini telah diterima  
Sebagai Persyaratan Memperoleh Gelar Magister Teknik Arsitektur  
Bidang Ilmu Arsitektur**

**Pembimbing Utama**



**Dr. Ing. Ir. Gagoek Hardiman**

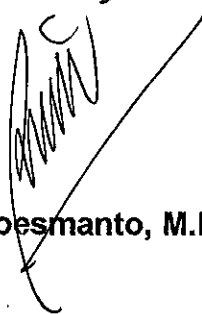
**Pembimbing Pendamping**



**Dr. Drs. Wahyu Setyabudi, MS**

**Semarang,.....**

**Universitas Diponegoro  
Program Pasca Sarjana  
Ketua Program Studi Magister Teknik Arsitektur**



**Ir. Totok Roesmanto, M. Eng**

***“Sesungguhnya guru terbaik seorang arsitek adalah alam dan lingkungannya (masyarakat dan Kebudayaan)”***

***Prof.Dr.Ing. Baharudin Jusuf Habibie, 1986***

***“Alam semesta beserta isinya adalah ilmu yang tiada habis jika digali bagi orang yang mengerti”***

***Budi Prastowo, 2001***

***Persembahan-ku untuk :  
yang mengerti.....***

## KATA PENGANTAR

---

Pada kesempatan ini saya mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT yang paling utama dari yang paling tinggi ilmu-Nya yang selalu memberikan pada saya kebenaran atas yang terjadi pada alam beserta isinya atas terselesaikannya Tesis ini. Penyusunan Tesis ini berangkat dari pemikiran tentang manfaat fungsi fasade bangunan yang selama ini belum banyak diteliti secara mendalam.

Tidak lupa saya mengucapkan banyak terima kasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang telah membantu saya sehingga penyusunan ini dapat terlaksana dengan baik.

Ucapan terima kasih saya tujukan kepada :

- Bapak Dr.Ing.Ir. Gagoek Hardiman, selaku mentor.
- Bapak Dr.Drs. Wahyu Setyabudi, MS, selaku co-mentor
- Bapak Ir. Eddy Indarto Msi, selaku penguji
- Bapak Ir. Hernowo Danusaputro, MT, selaku penguji
- Bapak Ir. Totok Rusmanto, M.Eng, selaku ketua program studi
- Bapak Dr.Ir. Heinz Frick, Arsitek SIA, yang telah memberikan rekomendasi kepada saya.
- Bapak Ir.BPR. Gandhi , MSA, selaku Dekan Fak.Teknik UNIKA Soegijaranata Semarang
- Bapak Ir. Ayub Listiyadi, MT, atas rekomendasi data yang diberikan.
- Ibu Ir.Tjandra Kania, MT, yang telah membantu saya didalam survey dan atas pemikiran-pemikirannya.
- Mbak Ir. Astuti , yang telah ikut membantu dalam pendataan.

- Saudaraku Ir.Tantia Hastarini, Fitra Krisdianto, ST , Agung Juliarto, SE, Akt. yang selalu memberikan dorongan.
- Kedua orang tuaku Drs.Soekmadi, Ms dan Dra.Hastuti, Sk yang telah membiayai kuliah dan dorongan kepada saya.
- Istriku Prambayu Shitaningrum, STP yang selalu memberikan dorongan dan semangat pada saya.
- Bapak, M Subhan Rivai, yang telah membantu membuat alat instrumentasi penelitian.
- Bapak Ir.Bambang Riyanto, MT. dan semua rekan di alur Tropis dan angkatan 98 MTA.UNDIP yang selalu memberikan dorongan moral kepada saya, dan yang lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Semarang, 2001

Penyusun

## ABSTRACT

---

To date, a façade form has many functions. Previously, the façade functioned only as a shelter that was influenced by climatic environments. However, the function has developed and shifted. Among others are the stresses on the aesthetical aspect influenced by feelings, tastes, and experiences of human beings in respect to something beautiful.

In this context, Henricus Constant building, the campus of Department of Civil and Architecture Faculty of Engineering UNIKA Soegijapranata university, is chosen as the research object. The research is focused on the east and west parts of the building which is formed as a layer and the a corridor, respectively. The main function of both façades is to combine aesthetical and physical functions of the building in order to achieve good façades that protect activities from thermal effects.

The analysis of the research employs a qualitative method by taking advantage of quantitative data. The data are collected through the temperature observations and are qualitatively analyzed to determine the effectiveness of both layer and corridor façade forms in reducing the temperature. The results of the analysis show that the layer is more effective than the corridor in reducing the surface and air temperatures.

## ABSTRAK

---

Bentuk fasade bangunan pada saat ini mempunyai beberapa fungsi. Fungsi fasade pada awalnya adalah sebagai *shelter* atau perlindungan yang dipengaruhi oleh keadaan iklim lingkungannya, namun dalam perkembangannya saat ini fungsi fasade beberapa mengalami pergeseran, diantaranya lebih menekankan pada fungsi estetis yang dipengaruhi oleh rasa, selera, dan pengalaman seseorang terhadap sesuatu yang indah.

Obyek penelitian adalah gedung Henricus Constant yang merupakan gedung tempat perkuliahan fakultas teknik jurusan arsitektur dan sipil UNIKA Soegijapranata. Obyek penelitian pada fasade timur berupa layer dan barat berupa koridor. Fungsi utama dari kedua fasade tersebut adalah menggabungkan antara fungsi estetis dan fisika bangunan agar tercapai fasade yang baik dan dapat melindungi aktifitas didalamnya dari pengaruh termal.

Analisis penelitian ini menggunakan metoda kualitatif dari data-data kuantitatif, yaitu dari data-data pengamatan terhadap temperatur dan dianalisa secara kualitatif untuk menemukan efektifitas fasade antara bentuk layer dengan bentuk koridor dalam menurunkan temperatur. Berdasar hasil analisa didapatkan bahwa layer lebih efektif dalam menurunkan temperatur permukaan maupun temperatur udaranya.

## Daftar Isi

---

Halaman judul

Halaman Persembahan

Kata Pengantar

Abstrak

Daftar Isi

Daftar Gambar

Datar Skema

Bab 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Permasalahan.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Kegunaan Penelitian.....	4
1.5. Hipotesis .....	4
1.6. Sistematika Pembahasan.....	4
 Bab 2. Tinjauan Pustaka.....	6
2.1. Arsitektur Tropis.....	6
2.3. Teori Perpindahan Panas.....	14
2.3.1. Perpindahan Panas Secara Konduksi.....	15
2.3.2. Perpindahan Panas Secara Konveksi.....	16
2.3.3. Perpindahan Panas Secara Radiasi.....	17
 Bab 3. Metode Penelitian.....	18
3.1. Variabel yang di ukur.....	18
3.2. Lokasi Penelitian.....	20
3.3. Pengumpulan Data dan Langkah Kerja.....	20
3.3.1. Pengumpulan Data.....	20
3.3.2. Langkah Kerja.....	20
3.3.3. Perhitungan.....	22



3.4. Alat-alat Penelitian.....	23
3.5. Analisis Data.....	24
 Bab 4. Tinjauan Gedung Henricus Constant.....	25
4.1. Lokasi Bangunan.....	25
4.2. Desain Bangunan.....	28
4.3. Sistem Penahan Termal Bangunan.....	28
 Bab 5. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
5.1. Hasil.....	30
5.1.1. Pengukuran Temperatur.....	30
5.1.2. Sun Shading Device.....	40
5.2. Pembahasan.....	41
 Bab 6. Kesimpulan dan Rekomendasi.....	47
6.1. Kesimpulan.....	47
6.2. Rekomendasi .....	48

Daftar Pustaka

Lampiran

## DAFTAR GAMBAR

---

Gambar 1. Hubungan orientasi terhadap matahari.....	10
Gambar 2. Sistem pematah sinar matahari.....	11
Gambar 3. Surface Thermometer.....	23
Gambar 4. Tampak dari sisi timur.....	25
Gambar 5. Tampak dari sisi barat.....	25
Gambar 6. Lokasi Gedung Henricus Constant.....	26
Gambar 7. Denah <i>typical</i> .....	27
Gambar 8. Teknik pematah sinar matahari.....	29
Gambar 9. Temperatur permukaan luar layer, permukaan dalam layer, dinding ruang bagian luar, dinding ruang bagian dalam sebagai fungsi waktu pada musim hujan.....	31
Gambar 10. Temperatur Udara Kering dan Temperatur Efektif Ruang bagian timur gedung sebagai fungsi waktu pada musim hujan.....	32
Gambar 11. Temperatur permukaan dinding koridor bagian luar, permukaan dinding koridor bagian dalam, dinding ruang bagian luar, dinding ruang bagian dalam sebagai fungsi waktu pada musim hujan.....	33
Gambar 12. Temperatur Udara Kering dan Temperatur Efektif Ruang bagian barat gedung sebagai fungsi waktu pada musim hujan.....	35
Gambar 13. Temperatur permukaan luar layer, permukaan dalam layer, dinding ruang bagian luar, dinding ruang bagian dalam sebagai fungsi waktu pada musim kemarau.....	36
Gambar 14. Temperatur Udara Kering dan Temperatur Efektif Ruang dibagian timur bangunan pada musim kemarau sebagai fungsi waktu.....	37
Gambar 15. Temperatur permukaan dinding koridor bagian luar, permukaan dinding koridor bagian dalam, dinding	

ruang bagian luar, dinding ruang bagian dalam sebagai  
fungsi waktu pada musim kemarau..... 38

Gambar 16. Temperatur Udara Kering dan Temperatur Efektif Ruang  
bagian barat bangunan pada musim kemarau sebagai  
fungsi waktu..... 39

## DAFTAR SKEMA

---

Skema 1. Hubungan bentuk dan orientasi bangunan.....	14
Skema 2. Cara kerja Surface Thermometer.....	23

## DAFTAR TABEL

---

Tabel 1. Posisi matahari dan sudut bayangan yang diutimbulkan pada tanggal 15 Mei 2000.....	40
Tabel 2. Posisi matahari dan sudut bayangan yang diutimbulkan pada tanggal 6 Juli 2000.....	41
Tabel 3. $\Delta T$ temperatur permukaan luar dinding layer dan dinding dalam ruang pada musim Kemarau bulan Juli 2000.....	43
Tabel 4. $\Delta T$ temperatur permukaan luar dinding koridor dan dinding dalam ruang pada musim Kemarau bulan Juli 2000.....	43
Tabel 5. $\Delta T$ temperatur udara didalam layer dan dinding dalam ruang pada musim kemarau bulan Juli 2000.....	44
Tabel 6. $\Delta T$ temperatur udara didalam koridor dan dinding dalam ruang pada musim kemarau bulan Juli 2000.....	44
Tabel 7. $\Delta T$ temperatur permukaan luar dinding layer dan dinding dalam ruang pada musim hujan bulan Mei 2000.....	45
Tabel 8. $\Delta T$ temperatur permukaan luar dinding koridor dan dinding dalam ruang pada musim hujan bulan Mei 2000.....	45
Tabel 9. $\Delta T$ temperatur udara didalam layer dan di dalam ruang pada musim hujan bulan Mei 2000.....	46
Tabel 10. $\Delta T$ temperatur udara didalam koridor dan di dalam ruang pada musim hujan bulan Mei 2000.....	46

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pada masa lalu, bangunan hanya di peruntukkan sebagai suatu tempat hunian saja seperti halnya rumah yang berfungsi sebagai tempat berlindung dari bahaya, cuaca maupun iklim. Namun pada masa kini, bangunan juga digunakan sebagai suatu tempat untuk melakukan berbagai aktivitas seperti belajar, bekerja, dan sebagainya.

Agar aktivitas yang dilakukan didalam bangunan dapat berlangsung dengan nyaman, diperlukan suatu desain bangunan yang mampu mengantisipasi pengaruh lingkungan yang menimbulkan kondisi kurang nyaman. Salah satu elemen bangunan yang diharapkan dapat mengatisipasi faktor lingkungan yang mengganggu kenyamanan adalah fasade bangunan.

Ditinjau dari sudut arsitektur, fasade bangunan diharapkan mampu menangkal faktor lingkungan yang mengganggu kenyamanan sekaligus karakter fungsi bangunan; disamping menampilkan sisi keindahan. Namun pada umumnya, desain fasade bangunan lebih mementingkan aspek keindahan suatu bangunan dari pada fungsi utamanya sebagai pelindung dari faktor-faktor lingkungan yang dapat mengganggu aktivitas didalamnya.

Fokus tesis dipilih pada kajian masalah termal, karena berkaitan terhadap kenyamanan. Dalam penelitian ini dilakukan kajian mengenai efektivitas bentuk fasade bangunan gedung Henricus Constant dalam mengantisipasi masalah termal. Pemilihan obyek penelitian pada Gedung Henricus Constant dengan alasan gedung di desain dengan menekankan nilai seni dan kenyamanan termal.

Fungsi bangunan gedung Henricus Constan adalah sebagai kampus untuk fakultas teknik jurusan sipil dan arsitektur. Arsitek bangunan tersebut mencoba untuk memberikan variasi bentuk fasade bangunan untuk memenuhi aspek arsitektur maupun fisika bangunannya dengan cara pada fasade bagian timur didesain dengan bentuk layer yang berfungsi sebagai tirai (curtain wall) untuk mematahkan sinar matahari, sedangkan pada bagian barat dengan memberikan jarak yang cukup yang difungsikan sebagai koridor dan menghilangkan jendela untuk mematahkan sinar matahari dari arah barat. Sebagai tempat perkuliahan, arsitek mengharapkan dengan bentuk fasade tersebut dapat dicapai nilai estetis maupun kenyamanan termalnya.

## **1.2. Permasalahan**

Sejalan dengan perkembangan jaman dan perkembangan teknologi bangunan, desain fasade bangunan tidak hanya dimaksudkan untuk mengantisipasi faktor lingkungan agar dicapai kondisi nyaman didalam bangunan, tetapi lebih menampilkan segi artistik sehingga kondisi kenyamanan didalam bangunan kadang-

kadang dicapai dengan memanfaatkan teknologi meskipun boros energi seperti penggunaan sistem pendingin.

Masalah fasade bangunan berkaitan erat dengan seni (arsitektur) maupun fungsi (struktur, fisika bangunan) yang tidak dapat dilepaskan satu sama lain. Bangunan sebenarnya harus mempertimbangkan diktum "*Form Follow Function*" yang di kemukakan oleh Ed Sullivan yang berarti "bentuk mengikuti fungsinya", atau bentuk itu ada karena mempunyai fungsi tertentu (secara struktur, arsitektur, maupun fisika bangunannya) bukan suatu kamufase atau manipulasi bentuk.

Pada gedung Henricus Constant yang sebagian besar ruangnya tidak menggunakan sistem pendingin, pertanyaan yang timbul adalah cukup efektifkah fasade bangunan yang ada dalam mengantisipasi masalah termal, sehingga kondisi ruangan didalam bangunan cukup nyaman untuk melakukan aktivitas sesuai fungsinya.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa jauh desain fasade gedung Henricus Constant dapat mengantisipasi pengaruh termal khususnya yang berasal dari sinar matahari.



#### **1.4. Kegunaan Penelitian**

Untuk mengetahui apakah bentuk fasade bangunan Gedung Henricus Constant cukup efisien dalam mengantisipasi masalah termal.

#### **1.5. Hipotesis**

- a) Fasade bagian timur gedung Henricus Constant yang berupa layer cukup efektif dalam mengantisipasi masalah termal dari sinar matahari langsung dari pada koridor.
- b) Fasade bagian barat gedung Henricus Constant yang berupa koridor tidak se-efektif layer dalam mengantisipasi masalah termal dari sinar matahari langsung.

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

**Bab 1. Pendahuluan**, berisikan latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, kegunaan penelitian, hipotesis kerja dan sistematika pembahasan.

**Bab 2. Tinjauan Pustaka**, adalah landasan yang merupakan acuan yang digunakan didalam penulisan penelitian ini.

**Bab 3. Metode Penelitian**, berisi tentang metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi metoda penelitian yang digunakan, lokasi penelitian, pengumpulan data dan langkah kerja, metoda analisis, cara perhitungan, dan alat-alat penelitian yang digunakan.

**Bab 4. Tinjauan Gedung Henricus Constant**, berisi gambaran secara umum gedung Henricus Constant

**Bab 5. Analisa dan Pembahasan**, berisi analisa dan pembahasan hasil penelitian dari data hasil penelitian yang telah diolah untuk membuktikan hipotesa.

**Bab 6. Kesimpulan**, merupakan hasil analisa yang diperoleh dari penelitian ini.

**Bab 7. Ringkasan**, merupakan rangkuman singkat dari seluruh isi tesis ini.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Arsitektur Tropis

Menurut Maxwell dan Jane (Fry and Drew, 1956), iklim dapat mempengaruhi manusia dan bangunan. Indonesia yang berada pada daerah di dalam sabuk tropis dan termasuk daerah tropis lembab mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- Tanah yang basah dengan muka air yang tinggi.
- Gerakan udara yang lambat, dan hujan yang lebat.
- Resiko korosi yang tinggi pada bahan logam (wilayah pantai).
- Beriklim muson.
- Kelembaban tinggi.

Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan, bahwa bahan bangunan di daerah tropis lembab harus tidak menyerap air (*waterproofing*), tahan terhadap korosi, mempunyai *time lag* perpindahan panas yang kecil.

Salah satu bagian bangunan yang memiliki fungsi penting adalah dinding. Menurut Lippsmeier (Lippsmeier, 1994), dinding bangunan memiliki fungsi sebagai : stabilitas bangunan, perlindungan terhadap hujan, angin dan debu, perlindungan terhadap radiasi matahari secara langsung, perlindungan terhadap dingin, perlindungan terhadap kebisingan, pengaman terhadap gangguan manusia (pencuri) dan hewan.

Lippsmeier membagi daya tembus radiasi panas terhadap dinding dan kelembaban menjadi tiga kondisi khusus:

- Kondisi stabil pada temperatur dan kelembaban tetap dan searah.
- Kondisi tidak stabil pada temperatur dan kelembaban yang berubah tapi searah.
- Kondisi tidak stabil pada temperatur dan kelembaban yang berubah dan arahnya berlawanan.

Hal-hal yang mempengaruhi transmisi panas dan kelembaban adalah:

- Kapasitas termal ( $J/K$ ), adalah jumlah panas ( $J$ ) yang diperlukan untuk memanaskan sebuah benda dalam sebuah satuan temperatur ( $K$ ).
- Panas Spesifik ( $J/kg\ K$ ), adalah jumlah panas ( $J$ ) yang diperlukan untuk memanaskan sebuah massa sebesar  $1\ kg$  dalam sebuah satuan temperatur.
- Konduktivitas panas ( $W/mK$ ), adalah laju aliran ( $W$ ) yang menembus sebuah benda dengan luas  $1m^2$  dan tebal  $1m$ , pada perbedaan temperatur  $1\ K$  antara kedua permukaan.
- Transmisi panas ( $W/m^2K$ ), adalah aliran panas ( $W$ ) yang menembus sebuah benda dengan luas  $1\ m^2$ , jika perbedaan temperatur udara antara kedua sisinya (buka temperatur permukaannya) sebesar  $1\ K$ .

Dinding selain berfungsi sebagai stabilisator bangunan dan pelindung, juga menentukan bentuk bangunan. Ching (DK, Ching, 1983) menjelaskan bahwa bentuk dasar bangunan mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- Adanya wujud
- Mempunyai dimensi
- Adanya warna
- Mempunyai Tekstur
- Memiliki posisi
- Memiliki orientasi
- Memiliki inersia Visual

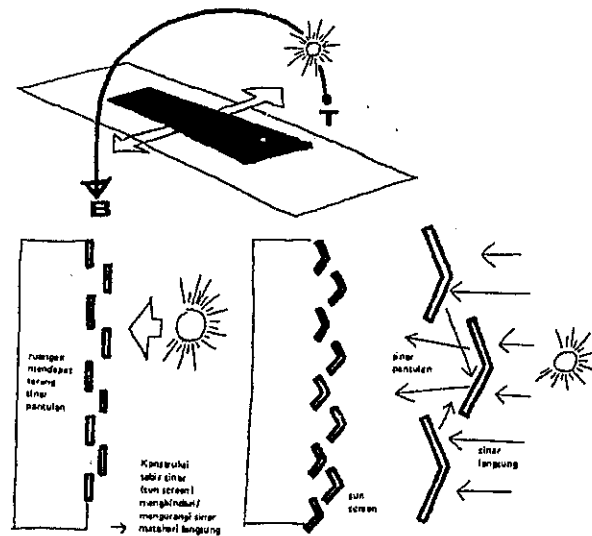
Dinding bangunan yang berupa bidang-bidang vertikal akan membentuk ruang didalam bangunan. Selain bidang vertikal ruang dalam bangunan, juga dibatasi oleh bidang-bidang horisontal. Menurut Ching, bidang horisontal yang berada diatas merupakan suatu bidang yang membatasi ruang gerak atas dan bawah (vertikal), sedangkan bidang vertikal adalah bidang yang membatasi gerak kearah horisontal, Ching membagi bidang vertikal dalam bangunan menjadi lima jenis, yaitu :

- Bidang vertikal tunggal.
- Konfigurasi bentuk L.
- Bidang vertikal sejajar.
- Konfigurasi bentuk U.
- 4 buah bidang yang tertutup.

Menurut Heinz Frick "Bentuk dan gaya arsitektur selalu berhubungan erat dengan cara konstruksi dan bahan bangunan yang laku pada jaman itu" (Frick, 1998), sehingga dapat dikatakan bahwa

bentuk bangunan selalu berhubungan erat dengan bahan yang dipakai bangunan, dengan demikian bahan bangunan juga turut menyumbangkan dalam pemecahan masalah termal bangunan.

Bentuk bangunan juga dipengaruhi orientasi bangunan terhadap sesuatu. Orientasi ini sedikit banyak akan mempengaruhi tampilan bangunan dan kemampuan bangunan dalam mengatasi masalah termal. Menurut Setyo Soetiadji (Soetiadji S, 1986) orientasi adalah "suatu posisi relatif suatu bentuk terhadap bidang dasar, arah mata angin, atau terhadap pandangan seseorang yang melihatnya .... Dengan berorientasi dan kemudian mengadaptasi situasi dan kondisi setempat, bangunan kita akan benar-benar menjadi milik -



lingkungan....".

Gambar. 1. Hubungan orientasi terhadap matahari

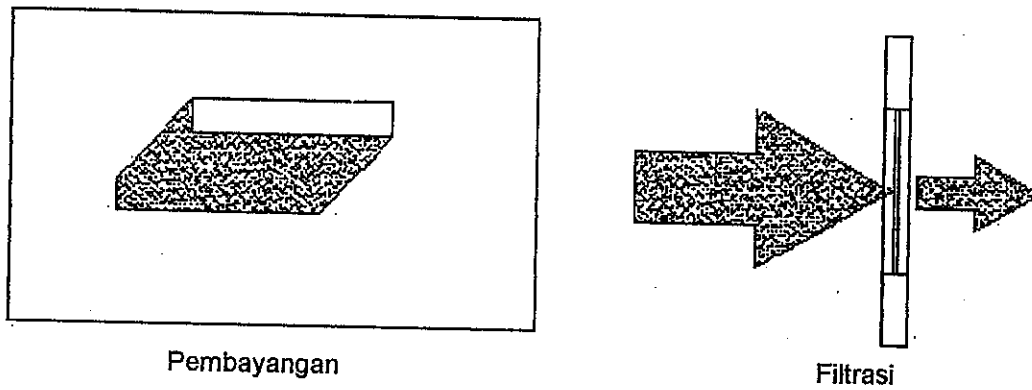
Sumber : Setyo Soetiadji S, 1986

Jenis orientasi menurut Setyo Soetiadji adalah :

- Orientasi terhadap garis edar matahari yang merupakan suatu bagian dari elemen penerangan alami. Namun pada daerah beriklim tropis penyinaran dalam jumlah yang berlebihan akan menimbulkan suatu masalah, sehingga diusahakan adanya elemen-elemen yang dapat mengurangi efek terik matahari.
- Orientasi pada potensi-potensi terdekat, merupakan suatu orientasi yang lebih bernilai pada sesuatu, bangunan dapat mengarah pada suatu tempat atau bangunan tertentu atau cukup dengan suatu nilai orientasi positif yang cukup membuat hubungan filosofis saja.
- Orientasi pada arah pandang tertentu, yang biasanya mengarah pada potensi-potensi yang relatif jauh, misalnya arah laut, atau pemandangan alam.

Akibat dari adanya pengaruh orientasi terhadap suatu bangunan, menyebabkan bangunan harus dapat mengantisipasi hal-hal negatif yang berkaitan dengan masalah fisika bangunan antara lain masalah termal, tempas air hujan, silau, dan lain sebagainya.

Mangunwijaya mengatakan matahari menimbulkan gangguan dari panas dan silau cahayanya (Wijaya, 1988), Perlindungan yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi masalah tersebut dapat menggunakan dengan beberapa cara. Adapun cara tersebut yang dapat dilakukan antara lain dengan cara-cara prinsip pembayangan dan filterisasi/penyaringan cahaya.



Gambar. 2. Sistem pematah sinar matahari

Cara pematahan sinar matahari dengan sistem pembayangan dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu :

- Garis edar matahari.
- Kondisi lingkungan setempat.
- Bentuk bangunan.
- Fungsi bangunan.

Namun fungsi bayangan (*shading*) itu sendiri didalam arsitektur tidak hanya sebagai cara antisipasi terhadap sinar matahari, tetapi juga merupakan upaya untuk :

- membentuk suatu karakter bangunan.
- komunikasi visual.
- menimbulkan efek psikologis.

Menurut Amos Rapoport (Rapoport, 1969), iklim merupakan suatu aspek kekuatan penting yang turut menciptakan bentuk, dan memiliki pengaruh besar terhadap bentuk-bentuk yang ingin diciptakan oleh manusia. Ini membuktikan bahwa bentuk tidak sekedar diciptakan oleh manusia ala kadarnya namun mempunyai arti penting dalam mengatasi masalah iklim dimana mereka tinggal



sehingga tercipta suatu bentuk-bentuk yang sesuai dengan keinginan dan kondisi setempat. Jika dibandingkan apa yang telah dinyatakan oleh Frick maka bentuk juga akan dipengaruhi oleh bahan yang ada di sekitarnya, sehingga tidak akan mungkin terjadi adanya rumah eskimo di lingkungan yang beriklim tropis. Sebenarnya banyak hal yang dapat mempengaruhi bentuk bangunan didalam arsitektur, besar kecilnya pengaruh tersebut ditentukan oleh pengalaman dari perencana bangunan yang merancanganya. Hal-hal tersebut antara lain adalah :

a) Kondisi iklim setempat :

- sinar matahari
- angin
- debu
- kelembaban

b) Orientasi :

- terhadap garis edar matahari
- terhadap potensi visual tertentu
- terhadap potensi keramaian
- terhadap potensi terdekat

c) Fungsi bangunan.

d) Filosofi.

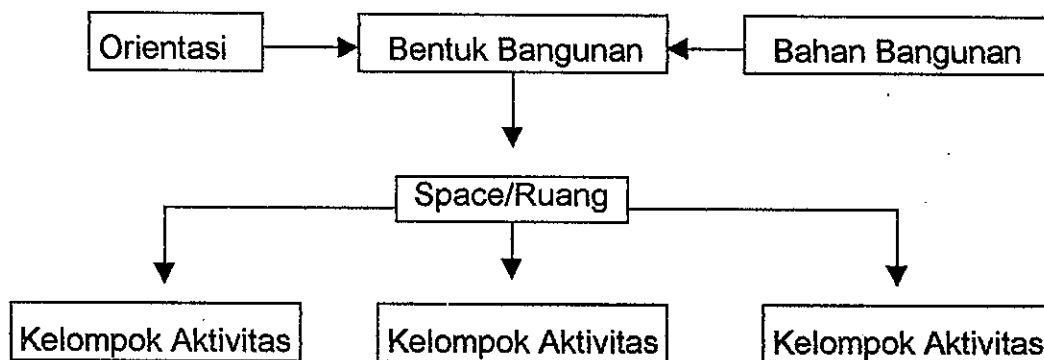
e) Lingkungan sekitar.

f) Pengalaman

g) Prestise

Dari hal-hal yang telah di kemukakan pengaruh kondisi iklim tropis kurang menguntungkan terhadap bangunan dapat ditanggulangi dengan cara teknologi, maupun dengan cara tradisonal dengan segala kelebihan dan kekurangan. Penanggulangan tersebut dapat dilakukan secara eksternal yang akan terlihat dari orientasi dan bentuk bangunan dengan adanya pematah sinar matahari maupun filterisasi, dan secara internal atau yang tidak terlihat yaitu dengan pemakaian pengkondisian udara buatan.

Sehingga secara umum dapat dikatakan bahwa secara tidak langsung orientasi akan mempengaruhi bentuk suatu bangunan dan bentuk bangunan itu sendiri juga dipengaruhi oleh bahan bangunan yang digunakan dan Iklim ditempat bangunan itu berada. Sedangkan hubungan antara bentuk, orientasi bangunan, ruang dalam bangunan serta fungsinya sebagai tempat beraktivitas dapat digambarkan dengan skema sebagai berikut :



Skema 1. Hubungan bentuk dan orientasi bangunan

## 2.2. Perpindahan Panas

Perpindahan panas dari suatu tempat ketempat yang lain dapat berlangsung dengan 3 cara yaitu :

- Konduksi
- Konveksi
- Radiasi

### 2.2.1. Perpindahan Panas Secara Konduksi

Perpindahan panas yang terjadi dari suatu benda ke benda lainnya melalui suatu medium antara disebut perpindahan panas secara konduksi.

Arus perpindahan panas secara konduksi tergantung pada; luas medium yang dilalui, tebal antara, perbedaan temperatur dan konduktivitas medium.

Secara matematis dapat dituliskan sebagai : (Szokolay, SV. 1980)

$$Q_c = kA \frac{\Delta t}{b} \dots\dots\dots (1)$$

$Q_c$  : arus konduksi panas (Watt)

$k$  : konduktivitas panas medium ( $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$ )

$\Delta t$  : perbedaan temperatur ( $^\circ C$ )

$b$  : ketebalan bahan / medium (m)

$A$  : luas penampang yang dilalui ( $m^2$ )

Persamaan ( 1 ) dapat pula dituliskan sebagai : (Szokolay, SV. 1980)

$$Q_c = C.A.\Delta t \dots\dots\dots ( 2 )$$

$Q_c$  : arus konduksi panas (Watt)

$C$  : konduktivitas bahan ( $\frac{w}{m^2 \circ C}$ )

$\Delta t$  : perubahan temperatur ( $^{\circ}C$ )

$A$  : luas penampang ( $m^2$ )

Apabila perpindahan panas berlangsung melalui dinding berlapis maka resistansi panas dinding dapat ditulis sebagai berikut :  
(Szokolay, SV. 1980)

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n = r_1 b_1 + r_2 b_2 + \dots + r_n b_n = \frac{b_1}{k_1} + \frac{b_2}{k_2} + \dots + \frac{b_n}{k_n} \dots ( 3 )$$

$R$  : resistansi total dinding ( $\frac{w}{m^2 \circ C}$ )

$r_i$  : resistansi panas tiap lapis bahan dinding ( $\frac{w}{m^2 \circ C}$ )

$b_i$  : ketebalan tiap lapis bahan (m)

$k_i$  : konduktivitas tiap lapis bahan ( $\frac{w}{m^2 \circ C}$ )

$i$  : 1, 2, 3, ....dst

## 2.2.2. Perpindahan Panas Secara Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi merupakan perpindahan panas melalui suatu zat/media alir misal adalah udara

atau fluida cair, yang dapat dirumuskan sebagai berikut ini :  
(Szokolay, SV. 1980)

$$Q_v = h_c \cdot A \cdot (\Delta t) \dots\dots\dots ( 4 )$$

$Q_v$  : Perpidahan konveksi (aliran panas melalui ventilasi = Watt)

$h_c$  : koefisien konveksi

$A$  : Luas penampang aliran ( $m^2$ )

$\Delta t$  : Perbedaan suhu ( $\Delta t = t_1 - t_2$ )  $^{\circ}C$

Transformasi panas secara konveksi dapat pula dirumuskan sebagai berikut : (Szokolay, SV. 1980)

$$Q_v = m \cdot c_p \cdot \Delta t_1 \dots\dots\dots ( 5 )$$

$m$  : massa (kg)

$c_p$  : panas spesifik ( j/kg  $^{\circ}C$  )

$\Delta t$  : perbedaan temperatur antara sumber panas dengan penerima ( $^{\circ}C$ )

### 2.2.3. Perpindahan Panas Secara Radiasi

Perpindahan panas secara radiasi adalah perpindahan dengan cara pancaran yang dapat berlangsung tanpa medium antara. Komponen radiasi sinar matahari yang merupakan gelombang elektromagnetik dan memberikan efek panas akibat pancarannya. Panas yang terpancar dari suatu benda dapat di rumuskan sebagai berikut :  
(Szokolay, SV. 1980)

$$Eb = \sigma \left( \frac{T}{100} \right)^4 \dots\dots\dots (6)$$

$Eb$  : rapat pancaran panas

$\sigma$  : Konstanta stefan-boltzman,  $5.67 W / m^2 K^4$

$T$  : Temperatur absolut (  $K$  ).

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Variabel yang di ukur**

Guna mengetahui efektifitas bentuk fasade pada gedung Hnericus Constant, dilakukan pengukuran temperatur pada fasade gedung tersebut. Pengukuran dilakukan pada musim hujan dan musim kemarau. Lokasi pengukuran pada sisi timur bangunan yang memiliki fasade berbentuk layer dan pada sisi barat bangunan yang fasadenya berupa koridor. Selain data temperatur permukaan dinding, juga diukur temperatur ruang didalam bangunan tersebut.

Data kuantitatif berupa temperatur kering pada ruang didalam bangunan tersebut, diolah guna memperoleh nilai temperatur efektif dengan asumsi udara dalam ruang tersebut tidak bergerak.

Pendekatan yang digunakan metode kualitatif yaitu dari data-data kuantitatif yang diperoleh dijabarkan menjadi bentuk grafik yang akan diperbandingkan.

Variabel yang diamati digolongkan menjadi tiga bagian, yaitu:

- Variabel bebas
- Variabel Terikat
- Variabel Kontrol

**Variabel Bebas**, sesuai dengan judul terpilih, yaitu ;" Efektifitas Bentuk Fasade Gedung Henricus Constant terhadap Pengendalian Kenyamanan Termal " maka yang menjadi variabel bebas adalah kenyamanan termal.

**Variabel Terikat**, variabel terikat disini adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas yaitu bentuk fasade, dan fasade ini dipengaruhi oleh radiasi panas dari sinar matahari. Variabel yang dipilih untuk menguji hipotesa adalah variabel terikat, yaitu :

- Temperatur permukaan.
- Bentuk fasade bangunan.
- Kelembaban.
- Temperatur efektif.
- Sudut posisi matahari

**Variabel Kontrol**, variabel kontrol disini berfungsi sebagai pengontrol variabel-variabel yang muncul didalam penelitian agar penelitian tidak menjadi bias. Variabel kontrol tersebut adalah diagram kenyamanan dan diagram psikometrik.

### **3.2. Lokasi Penelitian**

Obyek penelitian yang dipilih adalah gedung Henricus Constant yang terletak di jalan Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Duwur Semarang yang merupakan komplek dari Universitas Katolik Soegijapranata.



### **3.3. Pengumpulan Data dan Langkah Kerja**

#### **3.3.1. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan cara :

- a) Observasi, untuk mengetahui kondisi atau keadaan lapangan / kawasan yang sebenarnya .
- b) Interview, untuk memperoleh data secara lisan dari sumber yang berkompeten.
- c) Dokumentasi, untuk mendapatkan data grafis sebagai materi analisis grafis.
- d) Pengukuran (dengan alat-alat ukur), untuk memperoleh data-data kuantitatif dari variabel yang diperlukan pada obyek yang diteliti.

#### **3.3.2. Langkah Kerja**

Setelah diidentifikasi permasalahan yang ada, ditentukan hipotesa kemudian dilakukan pendataan yang sesuai dengan tujuan penelitian.

Langkah-langkah pokok dalam penelitian ini:

- a) Menentukan variabel permasalahan yang ada.
- b) Pengumpulan data, terbagi menjadi :
  - 1) Data kepustakaan yang berupa teori-teori yang berhubungan dengan fisika bangunan, bentuk, dan orientasi.
  - 2) Data lapangan, yang berupa :
    - Data bangunan (gambar kerja).
    - Data pengukuran

### 3) Pengukuran

- Pengukuran suhu permukaan pada fasade bangunan dan didalam ruangan, pada fasade sisi timur dan barat, karena pada sisi selatan dan utara tidak terkena sinar langsung dan bentuk fasade relatif sama.
  - Pengukuran dilakukan pada lantai 7 gedung Henricus Constant, karena lantai dibawahnya pada jam 08:00 masih terlindungi oleh penghijauan dan talud, sedangkan lantai 8-9 mulai terkena sinar matahari langsung antara jam 06:00 – 07:00, waktu pengukuran pada jam (08:00 – 16:00) merupakan jam kerja.
  - Penentuan posisi sudut matahari menggunakan solar chart.
  - Perbedaan suhu udara diluar ruang dan didalam ruang, pengukuran menggunakan *dry bulb thermometer*, dari hasil pengukuran di luar ruang dan didalam ruang akan diketahui perbedaan suhunya.
- 4) Analisis yang berisi tentang pembuktian hipotesa berdasarkan pengukuran dan analisa secara kualitatif.

#### 3.3.3. Perhitungan

Dari data temperatur kering dan kelembaban dihitung besarnya temperatur efektif didalam dan diluar ruangan dengan berdasarkan diagram psikometrik (Szokolay, SV. 1980) yang mengacu pada persamaan :

$$\left( Q_c = kA \frac{\Delta t}{b} \right)$$

Dengan menggunakan data temperatur dari hasil pengukuran permukaan dinding, dihitung besarnya konduktivitas bahan pada fasade dengan menggunakan persamaan :

$$\left( Q_c = kA \frac{\Delta t}{b} \right)$$

dan

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n = r_1 b_1 + r_2 b_2 + \dots + r_n b_n = \frac{b_1}{k_1} + \frac{b_2}{k_2} + \dots + \frac{b_n}{k_n}$$

Dari data  $t_1, t_2, \Delta t, t_{DBT}$  yang berasal dari 4 pembacaan instrumen pengukur dihitung nilai rata-ratanya.

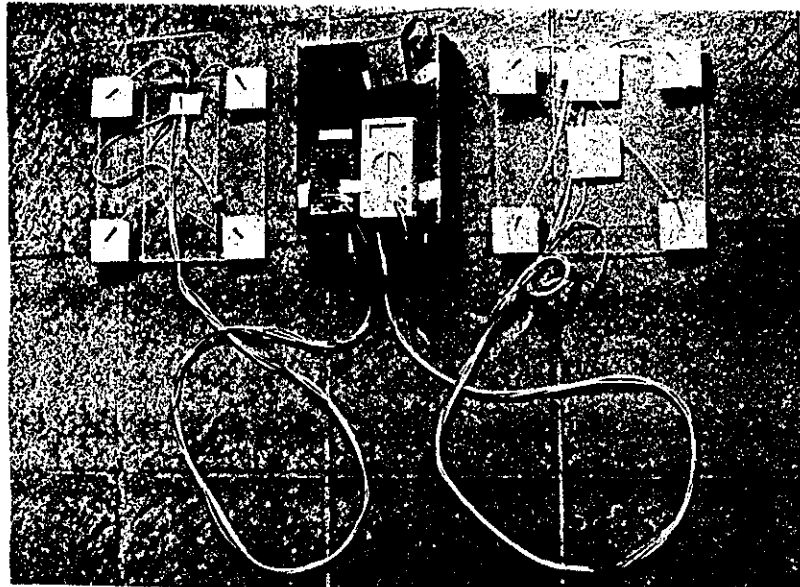
Data  $\Delta t_1, \Delta t_2$ , dan A dimasukkan kedalam tabel untuk analisis kualitatif, guna mendapatkan hubungan antara temperatur dan bentuk fasade bangunan.

Data dari sisi timur dan barat, dianalisa dengan metode kualitatif untuk mengetahui seberapa jauh bentuk fasade dapat mengantisipasi masalah termal dari sinar matahari untuk menguji hipotesa.

### 3.4. Alat-alat Penelitian

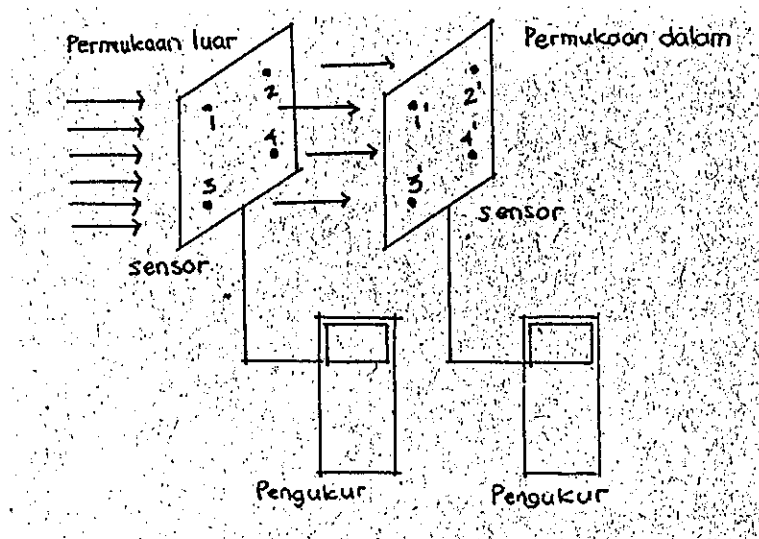
Alat-alat yang digunakan didalam penelitian ini sebagai berikut :

- Surface Thermometer
- Dry Bulb Thermometer
- Meteran gulung
- Stopwatch
- Kamera



Gambar 5. Surface Thermometer yang digunakan pada penelitian ini

Sumber : Foto Peneliti



Skema 2. Cara kerja Surface Thermometer

Sumber : Peneliti

### **3.5. Analisis Data**

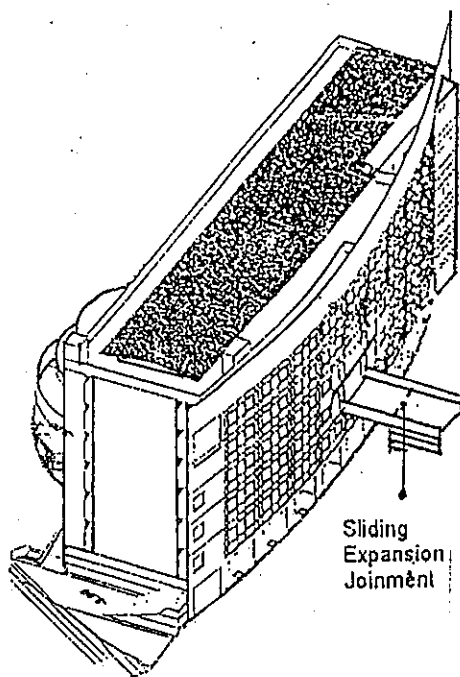
Terhadap data kuantitatif yang didapat dari pengukuran dan perhitungan dijabarkan dalam suatu grafik membandingkan secara kualitatif antara fasade berbentuk layer dan koridor untuk mengetahui seberapa jauh kemampuan bentuk fasade bangunan dalam mengatasi masalah termal.

## BAB 4

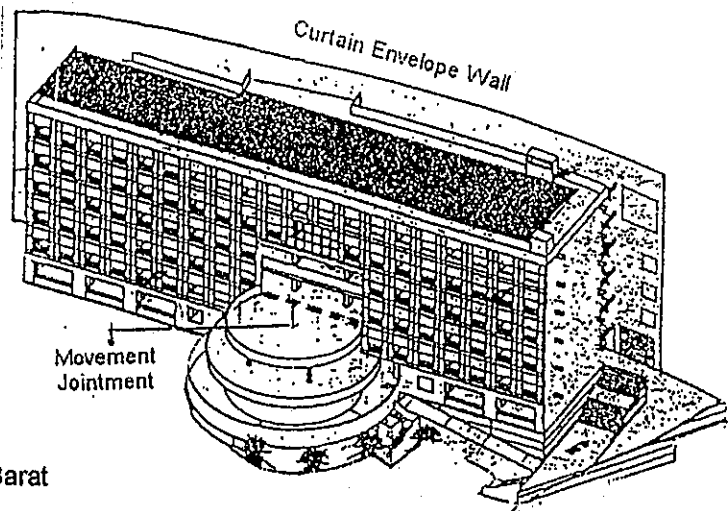
### TINJAUAN GEDUNG HENRICUS CONSTAN

#### 4.1. Lokasi Bangunan

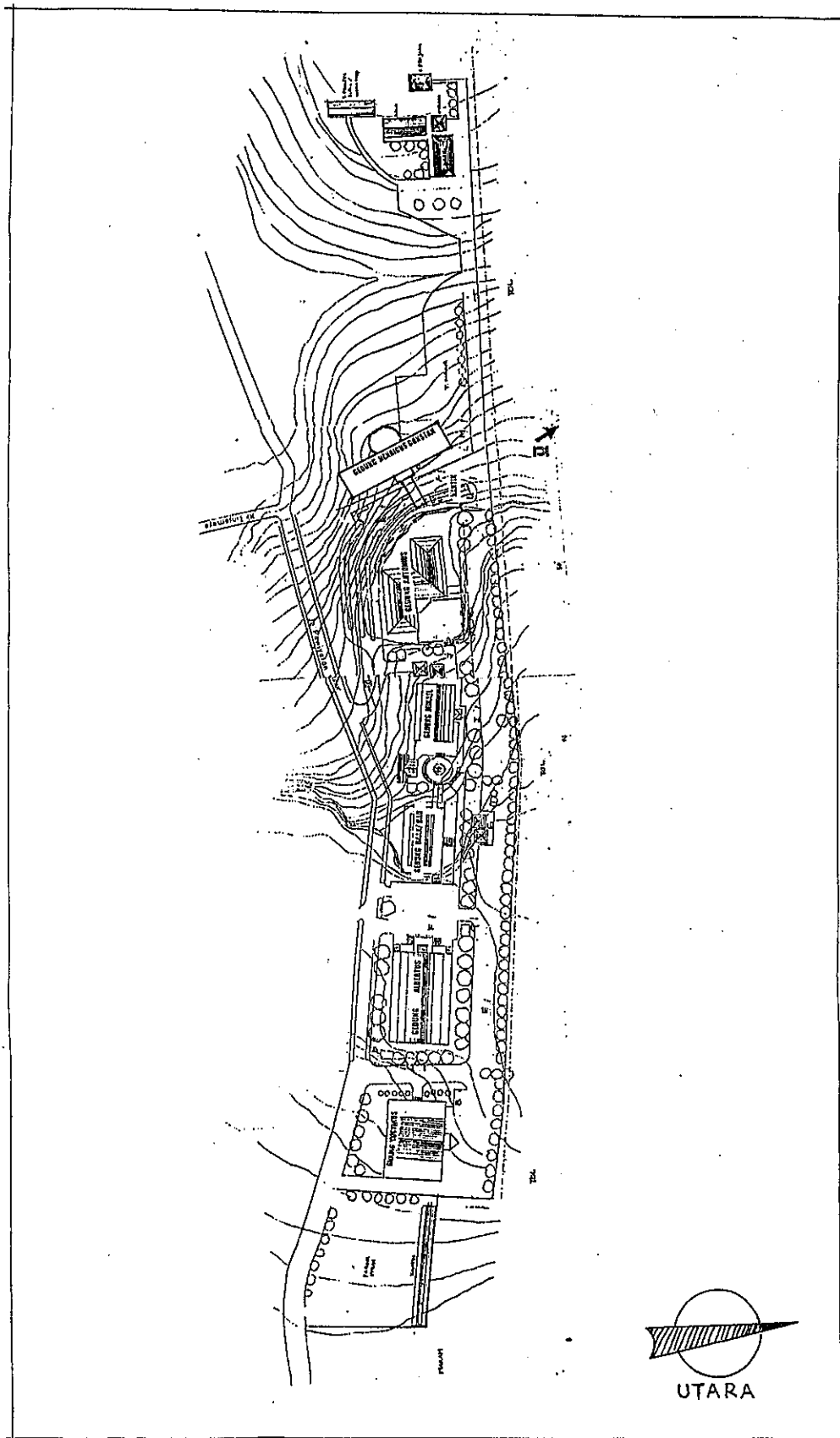
Gedung Henricus Constant terletak di jalan Pawiyatan Luhur IV/1, Bendan Duwur Semarang berada dalam kompleks Universitas Katolik Soegijapranata. Fungsi bangunan adalah sebagai tempat perkuliahan bagi jurusan arsitektur dan sipil. Gedung Henricus Constant mulai dibangun pada pertengahan tahun 1995 dan selesai pada tahun 1997. ( lokasi lihat gambar 8 )



Gambar 6. Tampak dari sisi Timur  
Sumber : Listiyadi, 1996

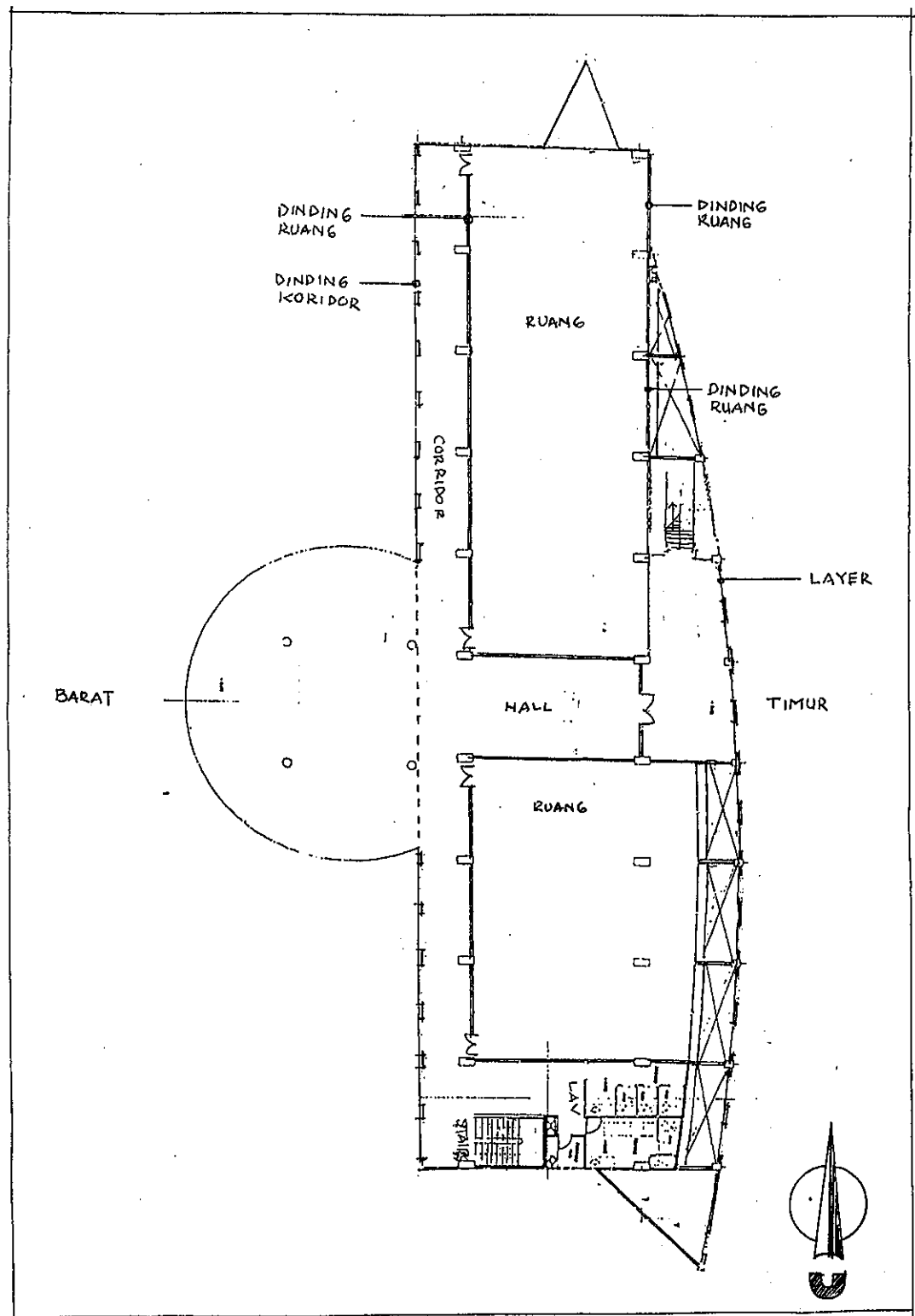


Gambar 7. Tampak dari sisi Barat  
Sumber : Listiyadi, 1996



Gambar 8. Lokasi Gedung Henricus Constant

Sumber : Unika Soegijapranata



Gambar 9. Denah Typical Gedung Henricus Constant  
 Sumber : Ayub Listyadi, 1996



## **4.2. Desain Bangunan**

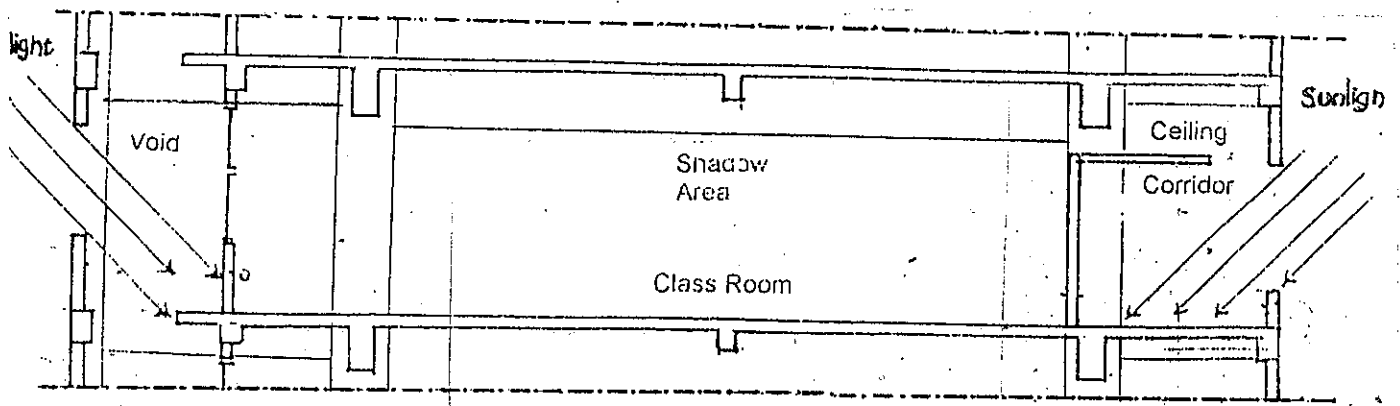
Bangunan gedung Henricus Constant berdasarkan desain awal dari arsitek Andy Siswanto. Ciri dari banyak karyanya adalah bertema Post Modern. Pada bangunan itu arsitek mencoba untuk memberikan variasi bentuk fasade bangunan untuk memenuhi aspek arsitektur maupun fisika bangunannya dengan cara pada fasade bagian timur didesain dengan bentuk layer yang berfungsi sebagai tirai (curtain wall) untuk mematahkan sinar matahari, sedangkan pada bagian barat dengan memberikan jarak yang cukup yang difungsikan sebagai koridor dan menghilangkan jendela untuk mematahkan sinar matahari dari arah barat.

Fungsi bangunan gedung Henricus Constan adalah sebagai kampus untuk fakultas teknik sipil dan arsitektur. Sebagai tempat perkuliahan diharapkan dengan bentuk fasade tersebut dapat tercapai nilai estetis maupun kenyamanan termalnya.

## **4.3. Sistem Penahan Termal Bangunan**

Gedung Henricus Constant berada di daerah yang cukup tinggi, menyebabkan sebagian besar dari fasade bangunan terkena sinar matahari selama 12 jam. Sisi timur dan barat mengalami pemanasan langsung selama 6 jam.

Fasade bagian timur bangunan berupa dinding masif seperempat lingkaran yang berlubang-lubang untuk memasukan cahaya. Di belakang dinding masif tersebut bangunan berdiri agar dilindungi dari pemanasan langsung.



Gambar 10. Teknik pematahan sinar matahari

Sumber : Listiyadi, 1996

Fasade bangunan sebelah barat tidak memiliki overhang, namun memanfaatkan koridor sebagai pemberi jarak antara bagian kulit luar bangunan dengan bagian dalamnya. Fasade bagian barat ini mempunyai karakter yang sama dengan bagian timur yaitu datar dan masif. Tujuan dari arsitek sebenarnya pertama adalah mengejar desain dari bangunan sesuai dengan idenya, sedang fungsi kenyamanan ditempatkan pada urutan kedua.

Pada fasade bangunan tidak terlihat adanya ventilasi, karena ventilasi disamarkan sehingga yang tampak pada fasadenya adalah lubang-lubang bukaan dari dinding untuk memasukkan cahaya saja. Perbedaan bentuk fasade antara sisi timur dan barat, menyebabkan perbedaan kemampuan antisipasi terhadap masalah termal yang ditimbulkan oleh sinar matahari, sehingga memberikan dampak yang berbeda terhadap kondisi termal ruang didalamnya.

## **BAB 5**

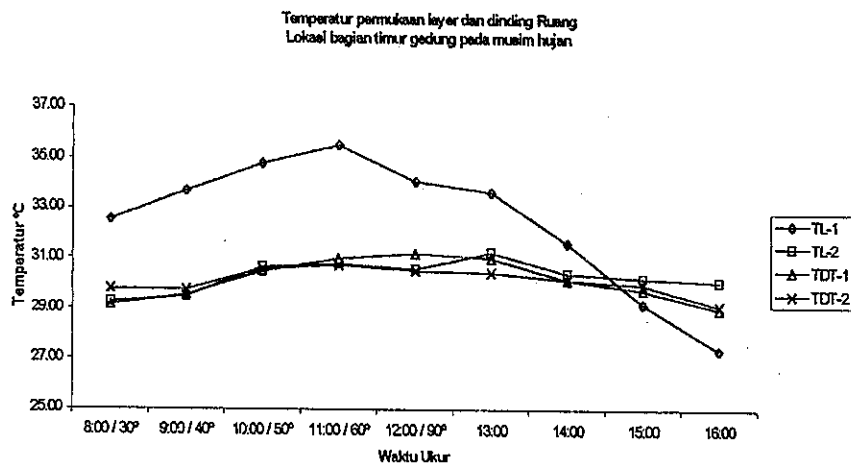
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini disajikan hasil penelitian berupa data temperatur permukaan fasade, dinding ruang dan temperatur ruang. Kemudian data temperatur permukaan dan temperatur ruang dijabarkan dalam bentuk grafik untuk dilakukan analisa secara kualitatif dan dilakukan pembahasan hasil grafik tersebut yang menghubungkan antara bentuk dan fasade bangunan gedung Henricus Constant dengan temperatur ruang didalamnya. Dari pembahasan diharapkan dapat diketahui efektifitas bentuk fasade gedung Henricus Constant dalam mengantisipasi masalah termal.

#### **5.1. Hasil**

##### **5.1.1. Pengukuran Temperatur**

Pada gambar 9 disajikan grafik temperatur permukaan luar layer, permukaan dalam layer, dinding ruang bagian luar, dinding ruang bagian dalam dari jam 08:00 sampai dengan jam 16:00 pada musim hujan. Lokasi pengukuran bagian Timur Bangunan.



Gambar 9. Temperatur permukaan luar layer, permukaan dalam layer, dinding ruang bagian luar, dinding ruang bagian dalam sebagai fungsi waktu pada musim hujan  
Sumber : Hasil pengukuran peneliti

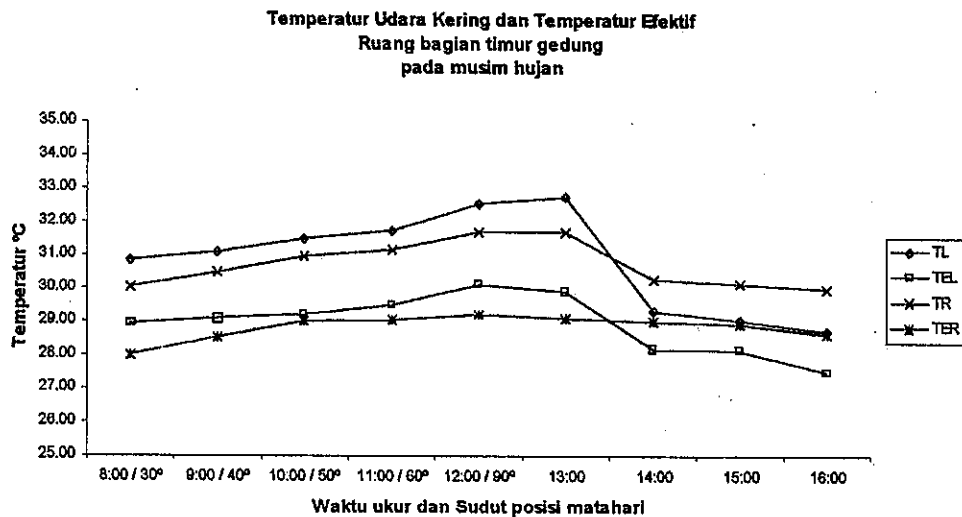
Keterangan :

- TL-1 : Temperatur permukaan layer luar
- TL-2 : Temperatur permukaan layer dalam
- TDT-1 : Temperatur permukaan dinding ruang bagian luar
- TDT-2 : Temperatur permukaan dinding ruang bagian dalam

Pada gambar 9 tampak bahwa temperatur permukaan luar layer dari jam 11:00 berkisar antara  $35,53^{\circ}\text{C}$  pada sudut posisi matahari  $60^{\circ}$ , kemudian mulai jam 12:00 turun mencapai  $34,1^{\circ}\text{C}$  pada jam 16:00. Sedangkan temperatur permukaan dalam layer naik lambat dari  $29^{\circ}\text{C}$  pada jam 08:00 mencapai  $34,25^{\circ}\text{C}$  pada jam 13:00 kemudian turun menjadi  $30^{\circ}\text{C}$  pada jam 16:00. Sementara temperatur permukaan dinding ruang bagian luar sedikit lebih tinggi dari permukaan dinding dalam mulai jam 15:00, keduanya memiliki kecenderungan yang sama meningkat lambat mulai jam 08:00 mencapai sekitar  $30^{\circ}\text{C}$  pada jam 14:00 kemudian turun mencapai  $30^{\circ}\text{C}$  pada jam 16:00.

Pada gambar 10 disajikan grafik hubungan antara temperatur udara kering dan temperatur efektif di dalam dan diluar ruang sebagai

fungsi waktu pada musim hujan. Lokasi ruangan pada bagian timur bangunan yang memiliki fasade berbentuk layer.



Gambar 10. Temperatur Udara Kering dan Temperatur Efektif Ruang bagian timur gedung sebagai fungsi waktu pada musim hujan.

Sumber : Hasil pengukuran peneliti

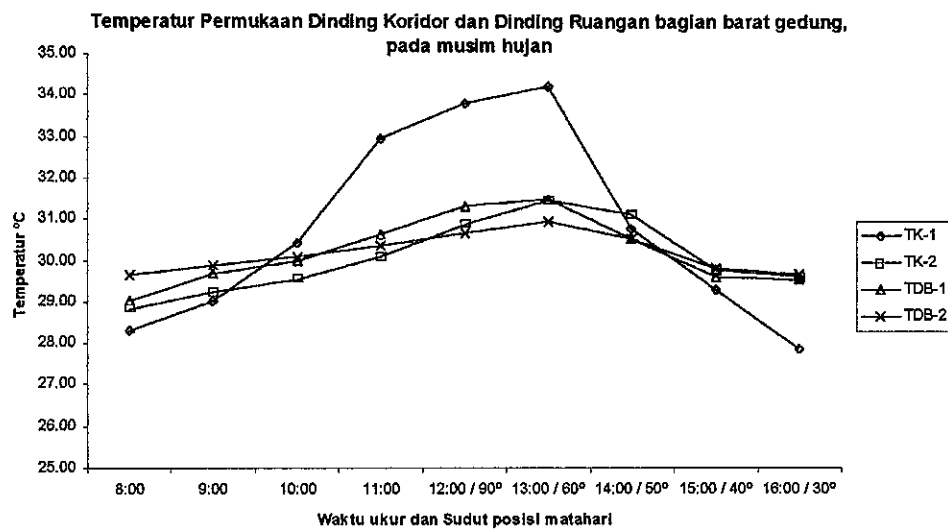
Keterangan :

- TL : Temperatur udara kering di luar ruang
- TR : Temperatur udara kering di dalam ruang
- TEL : Temperatur efektif di luar ruang
- TER : Temperatur efektif di dalam ruang

Pada gambar 10 tampak bahwa temperatur udara kering diluar naik lambat dari 30,8 °C mulai jam 08:00 menjadi 32,7 °C pada jam 13:00, kemudian turun menjadi 28,7 °C pada jam 16:00. Sedangkan temperatur udara kering didalam ruang mulai naik lambat dari 30°C pada jam 08:00 menjadi 31,7°C pada jam 12:00 kemudian turunan menjadi 30°C pada jam 16:00. Temperatur udara efektif diluar ruang sedikit lebih rendah dari temperatur udara keringnya, temperatur mulai naik lambat dari 28,9°C pada jam 08:00 menjadi 30,1 °C pada jam 12:00 kemudian turun menjadi 27,5 °C pada jam 16:00. Temperatur efektif didalam ruang mulai naik lambat dari 28 °C

pada jam 08:00 menjadi 29,2 °C pada jam 12:00 sedikit lebih tinggi dari TE diluar ruang, dan turun menjadi 28,6 °C sedikit lebih tinggi dari TE di luar.

Pada gambar 11 disajikan grafik hubungan antara temperatur permukaan dinding koridor bagian luar, dinding koridor bagian dalam, dinding ruang bagian luar dan dinding ruang bagian dalam sebagai fungsi waktu pada musim hujan. Lokasi pengukuran pada bagian barat bangunan yang memiliki fasade berbentuk koridor.



Gambar 11. Temperatur permukaan dinding koridor bagian luar, permukaan dinding koridor bagian dalam, dinding ruang bagian luar, dinding ruang bagian dalam sebagai fungsi waktu pada musim hujan

Sumber : Hasil pengukuran peneliti

Keterangan :

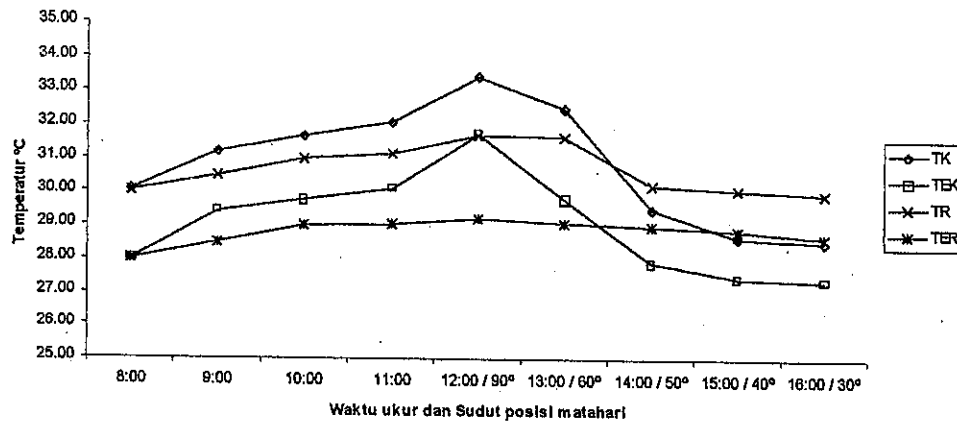
- TK-1 : Temperatur Permukaan dinding koridor bagian luar
- TK-2 : Temperatur Permukaan dinding koridor bagian dalam
- TDB-1 : Temperatur Permukaan dinding ruang bagian luar
- TDB-2 : Temperatur Permukaan dinding ruang bagian dalam

Pada gambar 11 tampak bahwa temperatur permukaan dinding koridor bagian luar mulai naik dari 28,3°C pada jam 08:00 menjadi berkisar antara 34,2°C pada jam 13:00, kemudian mulai jam 13:00 turun menjadi 27,8°C pada jam 16:00. Sedangkan temperatur

permukaan dinding koridor bagian dalam mulai naik dari  $28,8^{\circ}\text{C}$  pada jam 08:00 lebih tinggi dari pada permukaan luarnya dan menjadi berkisar antara  $31,4^{\circ}\text{C}$  pada jam 13:00, kemudian mulai jam 13:00 pada posisi sudut matahari  $60^{\circ}$  turun menjadi  $29,6^{\circ}\text{C}$  pada jam 16:00 lebih tinggi dari temperatur permukaan diluarnya. Sementara temperatur permukaan dinding ruang bagian luar sedikit lebih tinggi dari permukaan dinding dalam, keduanya memiliki kecenderungan yang sama meningkat lambat mulai jam 08:00  $29^{\circ}\text{C}$  mencapai sekitar  $31,5^{\circ}\text{C}$  pada jam 13:00 kemudian turun mencapai  $29,5^{\circ}\text{C}$  pada jam 16:00, dan temperatur permukaan dinding ruang bagian dalam naik dari  $29,6^{\circ}\text{C}$  pada jam 08:00 menjadi  $30,9^{\circ}\text{C}$  pada jam 13:00 kemudian turun mencapai  $29,6$  pada jam 16:00.

Pada gambar 12 disajikan grafik hubungan antara temperatur udara kering dan temperatur efektif di dalam dan diluar ruang sebagai fungsi waktu pada musim hujan. Lokasi ruangan pada bagian barat bangunan yang memiliki fasade berbentuk koridor.

Perbandingan Temperatur Udara Kering dan Temperatur Efektif Ruang bagian barat gedung pada musim hujan



Gambar 12. Temperatur Udara Kering dan Temperatur Efektif Ruang bagian barat gedung sebagai fungsi waktu pada musim hujan

Sumber : Hasil pengukuran peneliti

Keterangan :

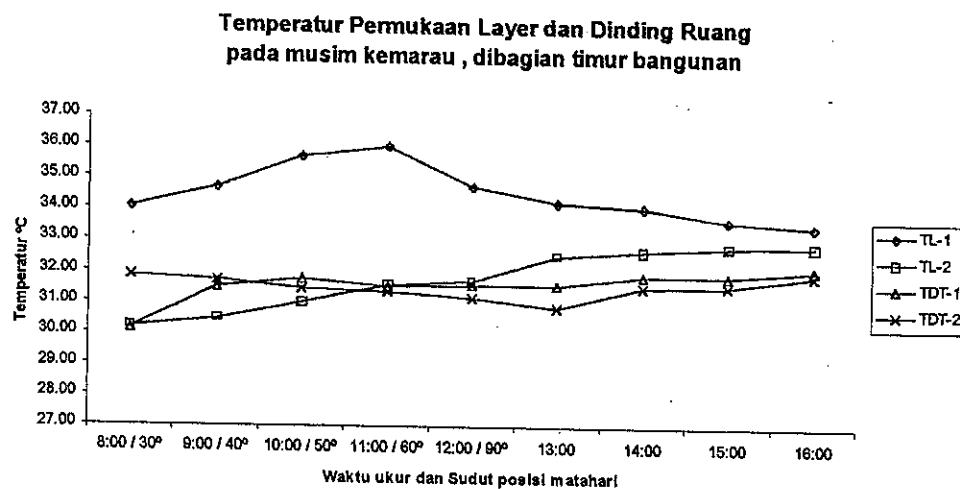
- TK : Temperatur udara kering di luar ruang
- TR : Temperatur udara kering di dalam ruang
- TEK : Temperatur efektif di luar ruang
- TER : Temperatur efektif di dalam ruang

Pada gambar 12 tampak bahwa temperatur udara kering diluar naik lambat dari 30,5 °C mulai jam 08:00 menjadi 33,4 °C pada jam 12:00 namun sebelumnya terjadi penurunan menjadi 31,6 °C pada jam 11:00, kemudian turun menjadi 28,5 °C pada jam 16:00. Sedangkan temperatur udara kering didalam ruang mulai naik lambat dari 30°C pada jam 08:00 menjadi 31,7°C pada jam 12:00 kemudian turun menjadi 30°C pada jam 16:00. Temperatur udara efektif diluar ruang sedikit lebih rendah dari temperatur udara keringnya, temperatur mulai naik lambat dari 28°C pada jam 08:00 menjadi 31,7 °C pada jam 12:00 kemudian turun menjadi 27,3 °C pada jam 16:00. Temperatur efektif didalam ruang mulai naik lambat dari 28 °C pada jam 08:00 menjadi 29,2 °C pada jam 12:00 sedikit lebih tinggi dari TE



diluar ruang, dan turun menjadi 28,6 °C sedikit lebih tinggi dari TE di luar.

Pada gambar 13 disajikan grafik temperatur permukaan luar layer, permukaan dalam layer, dinding ruang bagian luar, dinding ruang bagian dalam dari jam 08:00 sampai dengan jam 16:00 pada musim kemarau. Lokasi pengukuran bagian Timur Bangunan.



Gambar 13. Temperatur permukaan luar layer, permukaan dalam layer, dinding ruang bagian luar, dinding ruang bagian dalam sebagai fungsi waktu pada musim kemarau.

Sumber : Hasil pengukuran peneliti

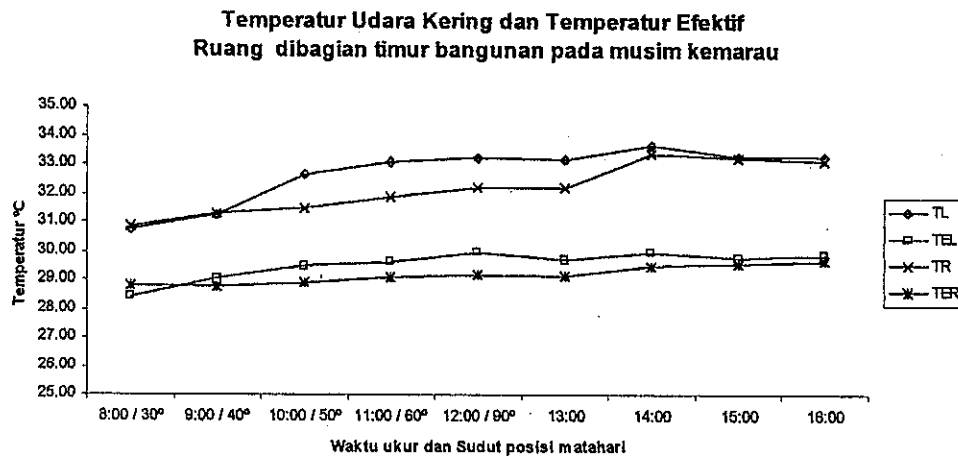
Keterangan :

- TL-1 : Temperatur permukaan layer bagian luar
- TL-2 : Temperatur permukaan layer bagian dalam
- TDT-1 : Temperatur permukaan dinding ruang bagian luar
- TDT-2 : Temperatur permukaan dinding ruang bagian dalam

Dari gambar 13 tampak bahwa temperatur permukaan dinding layer bagian luar mulai naik pada jam 08:00 pada sudut posisi matahari 30° 34°C hingga mencapai temepratur tertinggi 36°C pada sudut posisi matahari 60° jam 11:00. Temperatur mulai turun pada jam 12:00 34,7°C hingga 26,9°C pada jam 16:00. Sedangkan temperatur layer sebelah dalam naik lambat mulai 30,1 °C pada jam 08:00 menjadi 32,3 °C pada jam 16:00. Sementara temperatur dinding ruang sebelah luar naik dari 30,1 °C pada jam 08:00 menjadi 31,5 °C

pada jam 09:00 kemudian naik lambat menjadi 32,1 °C pada jam 16:00. Temperatur permukaan dinding ruang sebelah dalam turun sedikit dari 31,2 °C menjadi 30,9 °C pada jam 13:00 kemudian naik lambat mencapai 31,9 pada jam 16:00.

Gambar 14 menyajikan hubungan antara temperatur udara kering dan temperatur efektif di dalam dan diluar ruang sebagai fungsi waktu pada musim kemarau.



Gambar 14. Temperatur Udara Kering dan Temperatur Efektif Ruang dibagian timur bangunan pada musim kemarau sebagai fungsi waktu.

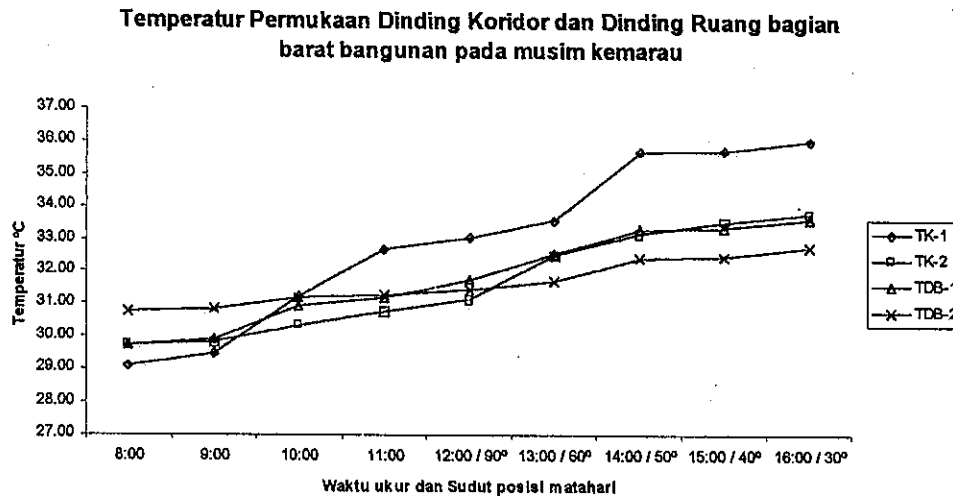
Sumber : Hasil pengukuran peneliti

Keterangan :

- TL : Temperatur udara kering di luar ruang
- TR : Temperatur udara kering di dalam ruang
- TEL : Temperatur efektif di luar ruang
- TER : Temperatur efektif di dalam ruang

Pada gambar 14 tampak bahwa temperatur udara kering didalam dan diluar ruang memiliki nilai yang sama sampai jam 09:00, diatas jam 09:00 temperatur didalam ruang sedikit lebih rendah dari diluar ruangan dan bernilai sama 33 °C pada jam 16:00. Tetapi temperatur efektif didalam ruang pada umumnya lebih rendah dari diluar ruang, kembali pada jam 08:00 dan 16:00

Pada gambar 15 disajikan grafik hubungan antara temperatur permukaan dinding koridor bagian luar, dinding koridor bagian dalam, dinding ruang bagian luar dan dinding ruang bagian dalam sebagai fungsi waktu pada musim kemarau. Lokasi pengukuran pada bagian barat bangunan.



Gambar 15. Temperatur permukaan dinding koridor bagian luar, permukaan dinding koridor bagian dalam, dinding ruang bagian luar, dinding ruang bagian dalam sebagai fungsi waktu pada musim kemarau

Sumber : Hasil pengukuran peneliti

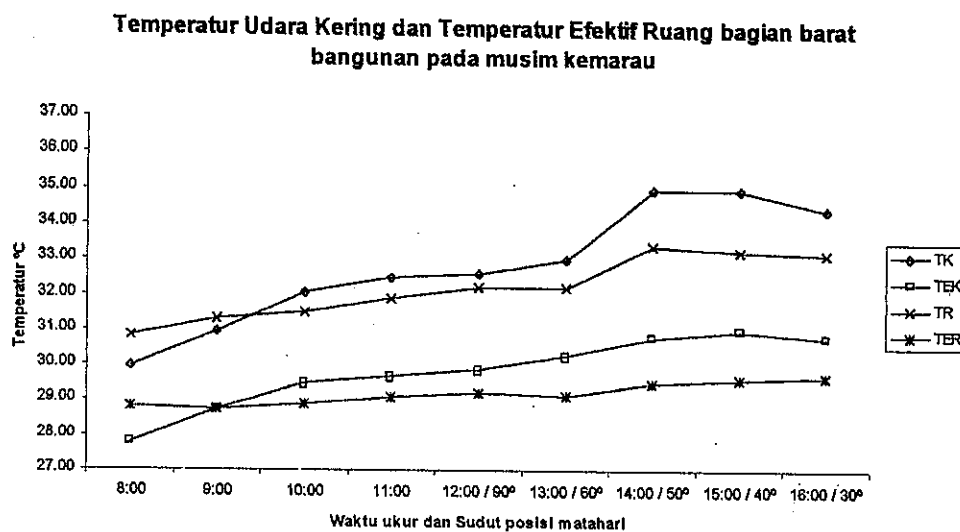
Keterangan :

- TK-1 : Temperatur Permukaan dinding koridor bagian luar
- TK-2 : Temperatur Permukaan dinding koridor bagian dalam
- TDB-1 : Temperatur Permukaan dinding ruang bagian luar
- TDB-2 : Temperatur Permukaan dinding ruang bagian dalam

Pada gambar 15 tampak bahwa temperatur permukaan dinding koridor bagian luar mulai naik bertahap dari 29,1°C pada jam 08:00 menjadi berkisar antara 36°C pada jam 16:00, kenaikan tinggi terjadi antara jam 09:00 sampai jam 11:00 dari 29,4 °C menjadi 32,68 °C dan jam 13:00 sampai jam 14:00 dari 33,5 °C menjadi 35,7 °C. Sedangkan temperatur permukaan dinding koridor bagian dalam mulai naik dari 29,7°C pada jam 08:00 hingga mencapai 33,7°C jam 16:00.

Sementara temperatur permukaan dinding ruang bagian luar sedikit lebih rendah dari permukaan dinding dalam, meningkat lambat mulai jam 08:00  $29,7^{\circ}\text{C}$  mencapai sekitar  $33,6^{\circ}\text{C}$  pada jam 16:00, dan temperatur permukaan dinding ruang bagian dalam naik dari  $30,7^{\circ}\text{C}$  pada jam 08:00 menjadi  $32,7^{\circ}\text{C}$  pada jam 16:00.

Gambar 16 menyajikan hubungan antara temperatur udara kering dan temperatur efektif di dalam dan diluar ruang sebagai fungsi waktu pada musim kemarau pada lokasi bagian barat.



Gambar 16. Temperatur Udara Kering dan Temperatur Efektif Ruang bagian barat bangunan pada musim kemarau sebagai fungsi waktu.

Sumber : hasil pengukuran peneliti

Keterangan :

TK : Temperatur udara kering di luar ruang

TR : Temperatur udara kering di dalam ruang

TEK : Temperatur efektif di luar ruang

TER : Temperatur efektif di dalam ruang

Pada gambar 16 tampak bahwa temperatur udara kering diluar ruang mulai naik dari  $29,8^{\circ}\text{C}$  pada jam 08:00 menjadi  $34,4^{\circ}\text{C}$  pada jam 16:00. Sedangkan udara kering di dalam ruang sedikit lebih tinggi pada jam 08:00  $30,8^{\circ}\text{C}$  dari pada dibagian luar ruang, dan menjadi  $33,15^{\circ}\text{C}$  pada jam 16:00. Pada temperatur efektif mengalami

hal yang sama seperti pada temperatur udara kering, temperatur udara efektif diluar ruang mulai naik dari 27,8°C pada jam 08:00 menjadi 30,8 °C pada jam 16:00. Sedangkan udara kering di dalam ruang sedikit lebih tinggi pada jam 08:00 28,8 °C dari pada dibagian luar ruang, dan menjadi 29,7 °C pada jam 16:00

### 5.1.2. Sun Shading Device

Pada tabel 1 di sajikan posisi matahari dan sudut bayangan yang di timbulkan.

**Tabel 1. Posisi matahari dan sudut bayangan yang ditimbulkan pada tanggal 15 Mei 2000**

Waktu	Azimut	Sudut Posisi Matahari	Sudut Bayangan Vertikal	Sudut Bayangan Horisontal
08:00	67.9°	27.5°	30°	13°
09:00	61.8°	41°	44°	19°
10:00	51.3°	53°	57.5°	30°
11:00	30.8°	63.5°	72.5°	50°
12:00	0°	90°	85°	80°
13:00	329.2°	63.5°	80°	70°
14:00	308.7°	53°	65°	50°
15:00	298.2°	41°	48°	38°
16:00	292.1°	27.5°	33°	32°

Sumber : Peneliti

Pada bulan Mei posisi matahari berada pada perpindahan lintasan rotasinya namun masih dalam posisi belahan bumi utara yang merupakan musim penghujan. Sesuai sudut yang terjadi, pada jam 08:00 merupakan posisi maksimal dinding ruang bagian timur terkena sinar langsung sekitar 45% dari luasannya, sedangkan pada dinding ruang bagian barat pada jam 16:00 dengan luasan 25%. (lihat lampiran 22-23).

Pada tabel 2 meyajikan posisi matahari dan sudut bayangan yang di timbulkan pada tanggal 6 Juli.

**Tabel 2. Posisi matahari dan sudut bayangan yang ditimbulkan pada tanggal 6 Juli 2000**

Waktu	Azimut	Sudut Posisi Matahari	Sudut Bayangan Vertikal	Sudut Bayangan Horisontal
08:00	63.6°	26°	26°	17°
09:00	57.3°	39°	40°	23°
10:00	46.5°	52°	55°	34°
11:00	27°	60°	70°	54°
12:00	0°	90°	85°	80°
13:00	333°	60°	79°	72°
14:00	313.5°	52°	64°	54°
15:00	302.7°	39°	45°	42°
16:00	296.4°	26°	30°	36°

Sumber : Peneliti

Pada bulan Juli telah memasuki musim kemarau dengan lintasan matahari tidak jauh berbeda dengan bulan Mei (lihat lampiran 26). Pada bulan Juli, posisi bayangan tidak banyak berubah (lihat lampiran 24-25), fasade bagian timur maksimal hanya 45% dari luasnya pada jam 08:00 yang terkena sinar langsung, sedangkan pada fasade barat ada jam 16:00 dengan 25% luasnya.

## 5.2. Pembahasan

Pada gambar 9 tampak bahwa temperatur permukaan dinding layer bagian dalam pada umumnya jauh lebih rendah dari temperatur permukaan dinding luar. Demikian pula temperatur dinding ruang umumnya juga lebih rendah dari temperatur dinding layer dalam, dengan temperatur dinding ruang terendah. Hal ini menunjukkan bahwa layer yang ada mampu melindungi ruang dari pemanasan oleh sinar matahari pada musim hujan pada posisi sudut matahari 30°

sampai 90°. Pada posisi sudut matahari 30° dinding ruang terkena maksimal sinar matahari langsung  $\pm 45\%$  dari luasannya, dan pada sudut matahari 60° dinding mulai terbayangi secara maksimal, namun temperatur dinding lebih tinggi dari pada posisi sudut matahari 30° pengaruh terhadap lama waktu pemanasan.

Dari gambar 10 diketahui bahwa meskipun temperatur udara kering diluar ruang bagian timur mencapai maksimum 33°C pada musim hujan tetapi temperatur efektif dalam ruang hanya berkisar antara 28 °C dan 29 °C. Hal ini menunjukkan pula bahwa layer mampu mengantisipasi masalah termal cukup baik, meskipun belum mencapai kondisi nyaman yang ideal berdasarkan diagram kenyamanan termal.

Berdasarkan gambar 11, tampak bahwa koridor juga mampu menurunkan temperatur dalam ruang dengan baik dengan penurunan temperatur mencapai 4 °C pada musim hujan pada posisi sudut matahari 30° sampai 90°, dan temperatur dalam ruang dan permukaan dinding koridor dalam sedikit lebih tinggi saat posisi sudut matahari 30° karena time lag. Meskipun demikian dari gambar 11, diketahui bahwa koridor cukup mampu mengantisipasi masalah termal, dengan diperolehnya temperatur efektif dalam ruang yang berkisar 28 °C saat sudut posisi matahari mencapai 30° dalam pembayangan minimal pada musim hujan, walaupun belum tercapai kenyamanan termal yang ideal.

Pada tabel 3, disajikan Tabel  $\Delta T$  temperatur permukaan luar dinding layer dan dinding dalam ruang pada musim kemarau bulan Juli 2000.

**Tabel 3.  $\Delta T$  temperatur permukaan luar dinding layer dan dinding dalam ruang pada musim Kemarau bulan Juli 2000**

No.	Sudut Pembayangan Vertikal	Waktu Ukur	Lama Pemanasan ( jam )	$\Delta T$
1	30	8:00	0	2,12° C
2	40	9:00	1	3,12° C
3	50	10:00	2	4,17° C
4	60	11:00	3	5,15° C
5	90	12:00	4	3,58° C

Sumber : hasil pengukuran peneliti

Pada tabel 4, disajikan Tabel  $\Delta T$  temperatur permukaan luar dinding koridor dan dinding dalam ruang pada musim kemarau bulan Juli 2000.

**Tabel 4.  $\Delta T$  temperatur permukaan luar dinding koridor dan dinding dalam ruang pada musim Kemarau bulan Juli 2000**

No.	Sudut Pembayangan Vertikal	Waktu Ukur	Lama Pemanasan ( jam )	$\Delta T$
1	30	16:00	4	3,3° C
2	40	15:00	3	3,27° C
3	50	14:00	2	3,27° C
4	60	13:00	1	1,88° C
5	90	12:00	0	1,63° C

Sumber : hasil pengukuran peneliti

Dari tabel 3 dan 4 terlihat pada posisi sudut matahari 50°, 60°, 90°, layer menurunkan suhu 3,58°C hingga 5,15°C, sedangkan pada koridor mampu menurunkan temperatur lebih banyak dibanding layer pada sudut posisi matahari 30° hingga 40°. Dalam waktu pemanasan yang sama 0-4 jam, layer lebih banyak menurunkan temperatur 2,12°C hingga 5,15°C dibanding dengan koridor.



Pada tabel 5, disajikan Tabel  $\Delta T$  temperatur udara luar pada layer dan didalam ruang pada musim kemarau bulan Juli 2000.

**Tabel 5.  $\Delta T$  temperatur udara didalam layer dan dinding dalam ruang pada musim kemarau bulan Juli 2000**

No.	Sudut Pembayangan Vertikal	Waktu Ukur	Lama Pemanasan ( jam )	$\Delta T$
1	30	8:00	0	0,82° C
2	40	9:00	1	0,85° C
3	50	10:00	2	0,95° C
4	60	11:00	3	0,97° C
5	90	12:00	4	0,97° C

Sumber : hasil pengukuran peneliti

Pada tabel 6, disajikan Tabel  $\Delta T$  temperatur udara luar pada koridor dan didalam ruang pada musim kemarau bulan Juli 2000.

**Tabel 6.  $\Delta T$  temperatur udara didalam koridor dan dinding dalam ruang pada musim kemarau bulan Juli 2000**

No.	Sudut Pembayangan Vertikal	Waktu Ukur	Lama Pemanasan ( jam )	$\Delta T$
1	30	16:00	4	0,35° C
2	40	15:00	3	0,10° C
3	50	14:00	2	0,20° C
4	60	13:00	1	0,22° C
5	90	12:00	0	0,40° C

Sumber : hasil pengukuran peneliti

Dari tabel 5 dan 6 terlihat pada posisi sudut matahari 30° hingga 90°, layer menurunkan temperatur 0,82°C hingga 0,97°C. Terhadap lama waktu pemanasan yang sama 0-4 jam, layer lebih banyak menurunkan temperatur 0,82°C hingga 0,97°C dibanding dengan koridor.

Pada tabel 7, disajikan Tabel  $\Delta T$  temperatur permukaan luar dinding layer dan dinding dalam ruang pada musim hujan bulan Mei 2000.

**Tabel 7.  $\Delta T$  temperatur permukaan luar dinding layer dan dinding dalam ruang pada musim hujan bulan Mei 2000**

No.	Sudut Pembayangan Vertikal	Waktu Ukur	Lama Pemanasan (jam)	$\Delta T$
1	30	8:00	0	3,38° C
2	40	9:00	1	3,72° C
3	50	10:00	2	4,65° C
4	60	11:00	3	5,06° C
5	90	12:00	4	3,57° C

Sumber : hasil pengukuran peneliti

Pada tabel 8, disajikan Tabel  $\Delta T$  temperatur permukaan luar dinding koridor dan dinding dalam ruang pada musim hujan bulan Mei 2000.

**Tabel 8.  $\Delta T$  temperatur permukaan luar dinding koridor dan dinding dalam ruang pada musim hujan bulan Mei 2000**

No.	Sudut Pembayangan Vertikal	Waktu Ukur	Lama Pemanasan (jam)	$\Delta T$
1	30	16:00	4	-1,8° C
2	40	15:00	3	-0,5° C
3	50	14:00	2	0,25° C
4	60	13:00	1	3,28° C
5	90	12:00	0	3,15° C

Sumber : hasil pengukuran peneliti

Dari tabel 7 dan 8 pada posisi sudut matahari 30° hingga 90° layer mampu menurunkan temperatur lebih banyak 3,38°C – 5,06°C dibanding dengan koridor. Terhadap lamanya waktu pemanasan yang sama 0 – 4 jam, layer mampu menurunkan 3,38°C – 5,06°C dibandingkan dengan koridor.

Pada Tabel 9 disajikan Tabel  $\Delta T$  temperatur udara di layer dan di dalam ruang pada musim hujan bulan Mei 2000.

**Tabel 9.  $\Delta T$  temperatur udara didalam layer dan di dalam ruang pada musim hujan bulan Mei 2000**

No.	Sudut Pembayangan Vertikal	Waktu Ukur	Lama Pemanasan (jam)	$\Delta T$
1	30	8:00	0	0,7° C
2	40	9:00	1	0,75° C
3	50	10:00	2	0,7° C
4	60	11:00	3	0,82° C
5	90	12:00	4	0,88° C

Sumber : hasil pengukuran peneliti

Pada Tabel 10 disajikan Tabel  $\Delta T$  temperatur udara di koridor dan di dalam ruang pada musim hujan bulan Mei 2000.

**Tabel 10.  $\Delta T$  temperatur udara di koridor dan di dalam ruang pada musim hujan bulan Mei 2000**

No.	Sudut Pembayangan Vertikal	Waktu Ukur	Lama Pemanasan (jam)	$\Delta T$
1	30	16:00	4	0,35° C
2	40	15:00	3	0,43° C
3	50	14:00	2	0,37° C
4	60	13:00	1	0,42° C
5	90	12:00	0	0,27° C

Sumber : hasil pengukuran peneliti

Dari Tabel 9 dan 10 terlihat pada sudut posisi matahari 30° - 90° layer menurunkan temperatur lebih besar 0,7°C hingga 0,88°C dibanding dengan koridor. Terhadap lamanya waktu pemanasan yang sama 0 – 4 jam, layer tetap lebih besar menurunkan temperatur 0,7°C hingga 0,88°C dibanding dengan koridor.

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

#### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, adanya bentuk desain yang berbeda antara sisi timur bangunan dan sisi barat bangunan dapat di tarik beberapa kesimpulan tentang "Efektifitas Bentuk Fasade Gedung Henricus Constant terhadap Pengendalian Temperatur" :

1. Pada musim kemarau untuk sudut posisi matahari  $50^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  layer menurunkan temperatur permukaan lebih besar dari koridor. Pada sudut posisi matahari  $30^{\circ}$  koridor lebih besar dalam menurunkan tempateratur dibanding layer.
2. Pada musim kemarau untuk waktu pemanasan 0 – 4 jam layer lebih besar menurunkan temperatur permukaan dari pada koridor.
3. Pada musim kemarau untuk sudut posisi matahari  $30^{\circ}$  hingga  $90^{\circ}$  layer menurunkan temperatur udara lebih besar dari pada koridor.
4. Pada musim kemarau ditinjau terhadap lama waktu pemanasan-nya 0 - 4 jam, layer lebih besar menurunkan temperatur udara dari pada koridor.
5. Pada musim hujan ditinjau dari sudut posisi matahari  $30^{\circ}$  hingga  $90^{\circ}$  layer menurunkan temperatur permukaan lebih besar dari pada koridor.

6. Pada musim hujan untuk waktu pemanasan 0 – 4 jam layer lebih besar menurunkan temperatur permukaan dibandingkan koridor.
7. Pada musim hujan ditinjau dari sudut posisi matahari  $30^{\circ}$  hingga  $90^{\circ}$  layer menurunkan temperatur udara lebih besar dari pada koridor.
8. Pada musim hujan untuk waktu pemanasan 0 – 4 jam layer lebih besar menurunkan temperatur udara dibandingkan koridor.
9. Baik sisi layer maupun koridor, walaupun telah dapat menurunkan temperatur udara dan temperatur permukaan namun belum dapat mencapai kondisi nyaman.

## **6.2. Rekomendasi**

Pada fasade bagian barat agar dapat lebih efektif dalam menurunkan termal dapat dilakukan dengan penambahan penahan sinar matahari dapat berupa jenis krepayak yang dipasang didepan bukaan bukaan dinding koridor atau pematah sinar matahari yang dapat dilewati oleh aliran udara.

## DAFTAR PUSTAKA

---

- Ching, DK, 1980, *Ruang Bentuk dan Susunannya*, penerbit Erlangga
- Fry, Maxwell and Drew, 1956 *Jane Tropical Architecture In The Humid Zone*  
Reinhold International Library, Reinhold publishing Corporation New York.
- Frick, Heinz dan Suskiyatno, FX.Bambang, 1998, *Dasar-dasar eko Arsitektur*  
Penerbit Kanisius.
- Frick, Heinz, 1995, *Arsitektur dan Lingkungan*, Penerbit Kanisius.
- Koenigsberger, Ingersoll, Mayhew, Szokolay, 1980, *Manual of Tropical Housing and Building*, Orient Longman Bombay Calcuta Madras New Delhi.
- Lippsmeier, George, 1994, *Bangunan Tropis*, Penerbit Erlangga.
- Listiyadi, Ayub, 1996, *Henricus Constant Building Project*, Penelitian Unika  
Soegijapranata.
- Miest, Van Der, 1994, *Membangun Fisika Bangunan*, Penerbit Erlangga.
- Mangunwijaya, YB. , 1988, *Fisika Bangunan*, Penerbit Djambatan.
- Rapoport, Amos , 1969, *House, Form and Culture*, Penerbit Prentice-Hall Inc.
- Soetiadji S, Setyo, 1986 *Anatomi Tampak*, Penerbit Djambatan.